

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **G** brauchsmuster  
⑩ **DE 297 12 502 U 1**

⑥① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 F 7/08**  
H 01 F 7/127  
H 02 K 33/12

⑰	Aktenzeichen:	297 12 502.8
⑱	Anmeldetag:	15. 7. 97
④⑦	Eintragungstag:	18. 9. 97
④③	Bekanntmachung im Patentblatt:	30. 10. 97

DE 297 12 502 U 1

⑦③ Inhaber:  
FEV Motorentechnik GmbH & Co. KG, 52078 Aachen,  
DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Maxton & Langmaack, 50968 Köln

⑤④ Elektromagnetischer Aktuator mit Gehäuse

DE 297 12 502 U 1

Bezeichnung: Elektromagnetischer Aktuator mit Gehäuse

Beschreibung

- 5 Elektromagnetische Aktuatoren zur Betätigung eines Stellgliedes, insbesondere elektromagnetische Aktuatoren zur Verwendung im Automobilbau, müssen in großen Stückzahlen serienmäßig und damit auch kostengünstig hergestellt werden.
- 10 Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen ein elektromagnetischer Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes, das mit einem gegen die Kraft wenigstens einer Rückstellfeder bewegbar geführten Anker in Verbindung steht, und mit wenigstens einem mit einer Polfläche versehen Elektromagneten, der ein Gehäuse
- 15 aufweist, das mit einer zumindest in Richtung auf den Anker hin offenen Ausnehmung versehen ist, in die ein mit einer Spule versehener Jochkörper eingesetzt ist, dessen dem Anker zugekehrte Fläche die Polfläche bildet. Bei dieser Konzeption ergibt sich für den Elektromagneten ein kompaktes Gebilde,
- 20 das über die Anordnung eines Gehäuses zur Aufnahme des mit der Spule versehenen Jochkörpers zugleich die erforderlichen Elemente für die Montage und den Zusammenbau zu einem vollständigen elektromagnetischen Aktuator bietet. Die erfindungsgemäße Konzeption des Elektromagneten ist vorteilhaft
- 25 für eine serienmäßige Fertigung, da hier mit nur wenigen Fügeoperationen der Zusammenbau möglich ist, so daß hier auch eine Automatisierung der Fügeoperationen angewendet werden kann. Hierzu wird zunächst die Spule in den Jochkörper eingesetzt und anschließend der mit der Spule versehene Jochkörper
- 30 in das Gehäuse eingesetzt. Die Verbindung zwischen Spule und Jochkörper kann zweckmäßigerweise durch ein Ausgießen der verbleibenden Zwischenräume mit einer entsprechend aushärtenden Kunststoffmasse erfolgen, die sowohl die Fixierung des Jochkörpers im Gehäuse als auch die Fixierung der Spule im
- 35 Jochkörper übernimmt. Dadurch sind großzügigere Toleranzen möglich. Durch die Kunststoffmasse erfolgt gleichzeitig auch die elektrische Isolierung der Spule gegenüber dem Gehäuse und dem Jochkörper und gleichzeitig wird ein Wärmetransport

ermöglicht. Das Gehäuse ist zweckmäßigerweise aus einem Metall mit nichtmagnetischen Eigenschaften hergestellt, beispielsweise aus Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen, so daß darüber hinaus der Vorteil besteht, durch entsprechende Gußverfahren, beispielsweise ein Druckgußverfahren, an die Anforderungen des jeweiligen Verwendungszweckes angepaßte Gehäuseformen kostengünstig in großer Stückzahl herzustellen.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Jochkörper durch ein quaderförmiges Element gebildet wird, wobei die Polfläche mit wenigstens zwei parallelen, quer zur Ebene der Einzelbleche verlaufenden Nuten versehen ist, in der zumindest ein Teil der Spule verläuft. Ist beispielsweise das Element aus Einzelblechen zusammengesetzt, die senkrecht zur Polfläche ausgerichtet sind, bietet diese Ausgestaltung zum einen den Vorteil, daß durch ein einfaches Stanzverfahren aus Blechen die Grundelemente für den Jochkörper herstellbar sind, wobei die Einzelbleche dann zu einem kompakten Körper fest miteinander verbunden werden, beispielsweise durch eine Laserschweißung. Der Aufbau des Jochkörpers aus Einzelblechen bietet hierbei den Vorteil, daß im Betrieb die Entstehung von Wirbelströmen weitgehend unterbunden ist, so daß der geforderte schnelle Aufbau und Abbau des Magnetfeldes gewährleistet ist. Statt eines geblechten Jochkörpers ist es aber auch möglich, diesen durch andere Formgebungsverfahren aus Materialien herzustellen, die in gleicher Weise zum einen die geforderten magnetischen Eigenschaften aufweisen und zum anderen aufgrund ihrer Struktur nur in geringem Maße bei dem zwangsläufig auftretenden Wechseln des Magnetfeldes Wirbelströme entstehen lassen. So ist es beispielsweise möglich, den Jochkörper auch auf pulvermetallurgischem Wege als Sinterkörper herzustellen. Durch die Anordnung zweier paralleler Nuten ist das Einlegen einer entsprechend als "Rechteckring" gebildeten Spule vereinfacht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Ausnehmung im Gehäuse zu zwei einander gegenüberliegenden Seiten hin offen ist und daß der eingesetzte Jochkörper einen

Teil der Seitenflächen des Elektromagneten in diesem Bereich bildet. Damit ist die Möglichkeit gegeben, sehr schmalbauende elektromagnetische Aktuatoren zu schaffen, die dicht nebeneinander angeordnet werden können, wie dies beispielsweise bei elektromagnetischen Aktuatoren zur Betätigung von Gaswechselventilen an Kolbenbrennkraftmaschinen im Hinblick auf den geringen zur Verfügung stehenden Bauraum wünschenswert ist.

10 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Ausnehmung im Gehäuse eine weitere zusätzliche Öffnung zur Aufnahme von Anschlußkontakten der eingesetzten Spule zugeordnet ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der komplett zusammengebaute elektromagnetische Aktuator, insbesondere ein elektromagnetischer Aktuator entsprechend einer weiteren, nachstehend noch näher erläuterten Ausbildung der Erfindung mit zwei Elektromagneten, über eine Steckerverbindung, die auch als Schneid-Klemmverbindung ausgebildet sein kann, an die elektrische Steuereinrichtung angeschlossen werden kann. Hierbei ist zugleich der Vorteil gegeben, daß in diesem Bereich noch weitere Anschlußkontakte für Sensoren oder dergl. vorgesehen werden können, so daß der Anschluß des Aktuators an eine elektrische Steuerung über einen codierten Stecker unverwechselbar erfolgen kann.

25

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Gehäuse auf seiner der Polfläche des eingesetzten Jochkörpers abgekehrten Seite mit einer rohrförmigen Öffnung zur Aufnahme eines Endes der Rückstellfeder versehen ist. Zweckmäßig ist es hierbei, wenn sich die rohrförmige Öffnung bis zur Ausnehmung im Gehäuse erstreckt. Hierdurch ist nicht nur eine einfache Herstellung gegeben, sondern zugleich die Möglichkeit geboten, die rohrförmige Öffnung auch als Halte- und Führungsmittel bei den Fügeoperationen für den Zusammenbau eines Aktuators zu verwenden. So

Führungsmittel für die eingesetzte Rückstellfeder, wenn diese anschließend zusammen mit dem Anker montiert werden muß.

- In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist  
5 vorgesehen, daß zwei Elektromagneten über Distanzstücke mit  
Abstand zueinander und mit einander zugekehrten Polflächen  
verbunden sind, zwischen denen der Anker gegen die Kraft von  
Rückstellfedern hin- und herbewegbar geführt ist und daß die  
10 Gehäuse der beiden Elektromagneten spiegelbildlich zueinander  
angeordnet sind. Bei dieser speziellen Ausführungsform eines  
elektromagnetischen Aktuators, wie er insbesondere zur Betä-  
tigung eines Gaswechselventils an einer Kolbenbrennkraftma-  
schine verwendet wird, ergibt sich der Vorteil der erfin-  
15 dungsgemäßen Bauform für die Elektromagneten, da mit nur ei-  
ner Form für die Elektromagneten der Aktuator zusammengesetzt  
werden kann. Über die Distanzstücke zwischen den beiden Elek-  
tromagneten wird der Hub des Ankers zwischen den beiden  
Polflächen vorgegeben. Je nach der Anordnung der Rückstellfe-  
20 dern ist darüber hinaus die Möglichkeit gegeben, durch die  
Beilage von Distanzscheiben zwischen der oben Feder 8 und der  
Hülse 28 die Ruheposition des Ankers zwischen den beiden  
Polflächen bei stromlos gesetzten Elektromagneten in ihrem  
Abstand zu einer oder beiden Polflächen zu verändern.
- 25 Zweckmäßigerweise sind die Gehäuse der Elektromagneten und  
die Distanzstücke jeweils mit Zentrierelementen versehen, so  
daß durch ein steckendes Zusammenfügen der einzelnen Bauteile  
bereits die erforderliche maßgenaue Positionierung der ein-  
zelnen Elemente zueinander vorgegeben ist und dementsprechend  
30 die spätere Befestigung des Aktuators an einem Träger, bei-  
spielsweise durch Spannschrauben, ohne Einfluß auf die Zen-  
trierung ist. Die Zentrierelemente können gleichzeitig als  
Verbindungselemente der Bauteile miteinander dienen. Bei-  
spielsweise können Stifte endseitig vernietet werden. In vor-  
35 teilhafter Weise ist hierzu vorgesehen, daß die Zentrierele-  
mente jeweils durch ein Rohr gebildet werden, das miteinander  
fluchtende Bohrungen in den Gehäusen der Elektromagneten und  
in den Distanzstücken durchsetzt und das gleichzeitig zur fe-

sten Verbindung der Bauteile miteinander dient. Dies kann beispielsweise durch Umbördeln der Rohrenden erfolgen.

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 in einem Vertikalschnitt einen elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Gaswechselventils gem. der Linie I-I in Fig. 2,
- Fig. 2 einen Schnitt gem. der Linie II-II in Fig. 1,
- Fig. 3 einen Schnitt durch einen Jochkörper gem. der Linie III-III in Fig. 2.

Der in Fig. 1 dargestellte elektromagnetische Aktuator wird im wesentlichen gebildet aus zwei Elektromagneten 1 und 2, die über Distanzstücke 3.1 und 3.2 im Abstand zueinander angeordnet und mit ihren Polflächen 4 gegeneinander ausgerichtet sind. In dem Freiraum zwischen den beiden Polflächen 4 ist ein Anker 5 angeordnet, der über eine Führung, beispielsweise eine Führungsstange 6, hin- und herbewegbar geführt ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Anker 5 eine rechteckige Grundform auf.

Die geteilte Führungsstange 6 steht an ihrem oberen Ende 7 mit einer Rückstellfeder 8 in Verbindung. Das andere, untere frei Ende 9 der Führungsstange 6 stützt sich hierbei auf dem freien Ende 10 des Schaftes 11 eines Ventils ab, das in dem hier nur angedeuteten Zylinderkopf 12 einer Kolbenbrennkraftmaschine geführt ist. Durch eine Rückstellfeder 13 wird das Gaswechselventil in Schließrichtung beaufschlagt, wobei die Rückstellfeder 13 und die Rückstellfeder 8 in ihrer Krafttrichtung gegeneinander gerichtet sind, so daß bei stromlos gesetzten Elektromagneten der Anker 5 entsprechend seine Ruhelage zwischen den beiden Polflächen 4 der beiden Elek-

tromagneten 1 und 2 einnimmt, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist.

Werden nun die beiden Elektromagneten 1 und 2 abwechselnd be-  
5 stromt, dann gelangt der Anker 5 entsprechend abwechselnd an  
den Polflächen 4 der beiden Elektromagneten 1 und 2 zur Anla-  
ge und das Gaswechselventil wird entsprechend während der  
Dauer der Bestromung in Öffnungsstellung (Anlage am Elektro-  
magneten 2) gegen die Kraft der Rückstellfeder 13 und in  
10 Schließstellung (Anlage an der Polfläche des Elektromagne-  
ten 1) gegen die Kraft der Rückstellfeder 8 gehalten.

Der in Fig. 1 dargestellte elektromagnetische Aktuator stellt  
eine Baueinheit dar, die baukastenmäßig aus identischen Ele-  
15 menten zusammengesetzt ist. Die beiden Elektromagneten sind  
bevorzugt baugleich und bestehen im wesentlichen aus einem  
Gehäuse 14, das eine in Richtung auf den Anker hin offene  
Ausnehmung 15 aufweist, in die ein Jochkörper 16 mit Spule 17  
eingesetzt ist. Das Gehäuse 14 weist ferner eine rohrförmige  
20 Öffnung 18 auf, die der Aufnahme der jeweiligen Rückstellfe-  
der 8 bzw. 13 dient.

Wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich, wird der Jochkörper durch  
ein quaderförmiges Element gebildet, das aus einer Vielzahl  
25 von Einzelblechen zusammengesetzt ist, die fest miteinander  
verbunden sind, beispielsweise durch Laserschweißung. Der  
Jochkörper 16 ist hierbei mit zwei parallelen Nuten 19 verse-  
hen, in die die als Rechteckring geformte Spule 17 mit zwei  
parallelen Schenkeln eingelegt ist. Die den Jochkörper 16 auf  
30 der Außenseite umgreifenden Schenkel der Spule 17 werden, wie  
Fig. 1 und 2 zeigen, seitlich vom Gehäuse 14 abgedeckt.

Das Gehäuse 14 ist nun so ausgebildet, daß die Ausnehmung 15  
zu zwei einander gegenüberliegenden Seiten hin offen ist, so  
35 daß der eingesetzte Jochkörper 16 in diesem Bereich einen  
Teil der Seitenfläche des Elektromagneten bildet.



Wie die Ansicht gem. Fig. 2 erkennen läßt, ergibt sich hierbei ein sehr schmalbauender elektromagnetischer Aktuator, so daß derartige Aktuatoren dicht nebeneinander eingebaut werden können. Der Jochkörper 16 wird zusammen mit der Spule 17 in die Ausnehmung 15 des Gehäuses 14 eingesetzt und dort über eine entsprechende Vergußmasse fixiert und gehalten.

Das Gehäuse 14 weist ferner eine weitere seitliche Öffnung 20 auf, die den Zugang zu Anschlußkontakten 21 der Spule 17 ermöglicht. Damit ist die Möglichkeit gegeben, über einen einstückigen, hier strichpunktiert angedeuteten Stecker 22, der zweckmäßigerweise codiert ist, beide Elektromagneten unverwechselbar mit der zugehörigen Steuereinrichtung zu verbinden. Der Stecker 22 ist hierbei in den Seitenflanken der Öffnung 20 geführt und geschützt.

Wie Fig. 2 erkennen läßt, weist das beispielsweise aus einer Aluminiumlegierung im Druckgußverfahren hergestellte Gehäuse vier parallel zur Achse der Führungsstange 6 verlaufende Durchgangsöffnungen 23 auf, denen entsprechende Durchgangsöffnungen in den Distanzstücken 3.1 und 3.2 zugeordnet sind. Damit ist die Möglichkeit gegeben, über entsprechende Spannschrauben 24, wie in Fig. 1 strichpunktiert angedeutet, alle Teile fest miteinander zu verspannen.

Um nun eine genaue geometrische Ausrichtung der beiden Elektromagneten 1 und 2 und der Distanzstücke 3.1 und 3.2 zueinander zu erzielen, sind zweckmäßigerweise Zentrierelemente vorgesehen. In der einfachsten Form können diese durch Rohrstücke 25 gebildet werden, die die miteinander fluchtenden Bohrungen 23 nahezu in ihrer vollen Länge durchsetzen, so daß die Bauteile des Aktuators unverdrehbar und achsgenau zueinander ausgerichtet sind. Die Rohrenden werden umbördelt bzw. vernietet, so daß die Bauteile als Einheit fest miteinander verbunden sind. Hierbei besteht auch die Möglichkeit, über zwei diagonal einander gegenüberliegende oder alle Durchgangsbohrungen Spannschrauben einzuführen, die den Aktuator als Baueinheit zusammenfassen oder über die Spannschrauben zu

führen, die gleichzeitig der Befestigung des Aktuators am Motorblock dienen, wie in Fig. 1 angedeutet.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Anker 5 einen rechteckigen Grundriß auf und entspricht in seiner Größe in etwa der in Fig. 2 wiedergegebenen Aufsicht auf den Jochkörper 16. Wie Fig. 1 erkennen läßt, weist der mit der Führungsstange 6 fest verbundene Anker 5 im Verbindungsbereich auf beiden Flächenseiten einen um die Führungsstange 6 umlaufenden Bund 26 auf, der die Ankerfläche 27 um ein definiertes Maß überragt. Damit ist die Möglichkeit gegeben, einen definierten Luftspalt zwischen der Ankerfläche 27 und der Polfläche 4 des jeweiligen Elektromagneten vorzugeben. Hierbei besteht auch die Möglichkeit, unterschiedliche Luftspalthöhen jeweils für die Anlage am Elektromagneten 1 und am Elektromagneten 2 vorzusehen. Über die Größe des Bundes 26 in seiner Erstreckung auf der Fläche 27 läßt sich auch die sogenannte Luftspaltfläche entsprechend den Anforderungen vorgeben. Über eine als Stellelement 28 ausgebildete Schraubhülse, an der sich die Rückstellfeder 8 abstützt, läßt sich die Mittellage des Ankers 5 zwischen den beiden Polflächen 4 einstellen.

Die Anordnung läßt sich auch so modifizieren, daß die Distanzstücke 3.1 und 3.2 stoffschlüssig mit einem Gehäuse 14 verbunden sind. Die Verbindung kann in der Weise erfolgen, daß beide Distanzstücke 3.1 und 3.2 Teil eines Gehäuses <sup>4</sup> sind. Es ist auch möglich, daß das Distanzstücke 3.1 an einem Gehäuse 14 und das Distanzstück 3.2 am anderen Gehäuse 14 stoffschlüssig angeordnet ist.

-----

## Ansprüche

1. Elektromagnetischer Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes 13, das mit einem gegen die Kraft wenigstens einer Rückstellfeder (8, 13) bewegbar geführten Anker (5) in Verbindung steht und mit wenigstens einem mit einer Polfläche (4) versehenen Elektromagneten (1), der ein Gehäuse (14) aufweist, das mit einer zumindest in Richtung auf den Anker (5) hin offenen Aufnahme (15) versehen ist, in die ein mit einer Spule (17) versehener Jochkörper (16) eingesetzt ist, dessen dem Anker zugekehrte Fläche die Polfläche (4) bildet.
2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Jochkörper (16) durch ein quaderförmiges Element gebildet wird, das vorzugsweise aus Einzelblechen zusammengesetzt ist, die senkrecht zur Polfläche (4) ausgerichtet sind, wobei die Polfläche (4) mit wenigstens zwei parallelen, quer zur Ebene der Einzelbleche verlaufenden Nuten (19) versehen ist, in denen zumindest ein Teil der Spule (17) verläuft.
3. Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme (15) im Gehäuse (14) zu zwei einander gegenüberliegenden Seiten hin offen ist und daß der eingesetzte Jochkörper (16) einen Teil der Seitenflächen des Elektromagneten (1, 2) in diesem Bereich bildet.
4. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahme (15) im Gehäuse (14) eine weitere seitliche Öffnung (20) zur Aufnahme von Anschlußkontakten (21) der eingesetzten Spule (17) zugeordnet ist.
5. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (14) auf seiner der Polfläche (4) des eingesetzten Jochkörpers (16) abgekehrten Seite mit einer rohrförmigen Öffnung (18) zur Aufnahme eines Endes der Spule

6. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmige Öffnung (18) sich bis zur Ausnehmung (15) im Gehäuse (14) erstreckt.
- 5 7. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Elektromagneten (1, 2) über Distanzstücke (3.1, 3.2) mit Abstand zueinander und mit einander zugekehrten Polflächen (4) verbunden sind, zwischen denen der Anker (5) gegen die Kraft von Rückstellfedern (8, 13) hin-und herbewegbar geführt ist und daß die Gehäuse (14) der beiden  
10 Elektromagneten (1, 2) spiegelbildlich zueinander angeordnet sind.
8. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuse (14) der Elektromagneten (1, 2)  
15 und/oder die Distanzstücke (3.1, 3.2) jeweils mit Zentrierelementen (25) versehen sind.
9. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrierelemente (25) gleichzeitig als Verbindungselemente zur festen Verbindung der einzelnen Bauelemente miteinander ausgebildet sind.  
20
10. Aktuator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrierelemente (25) jeweils durch ein  
25 Rohr gebildet werden, das miteinanderfluchtende Bohrungen (23) in den Gehäusen (14) und in den Distanzstücken (3.1, 3.2) durchsetzt und daß die Befestigung des Aktuators über Spannschrauben (24) erfolgt, die durch wenigstens einen Teil  
30 der Rohre gesteckt sind.
-

1/2

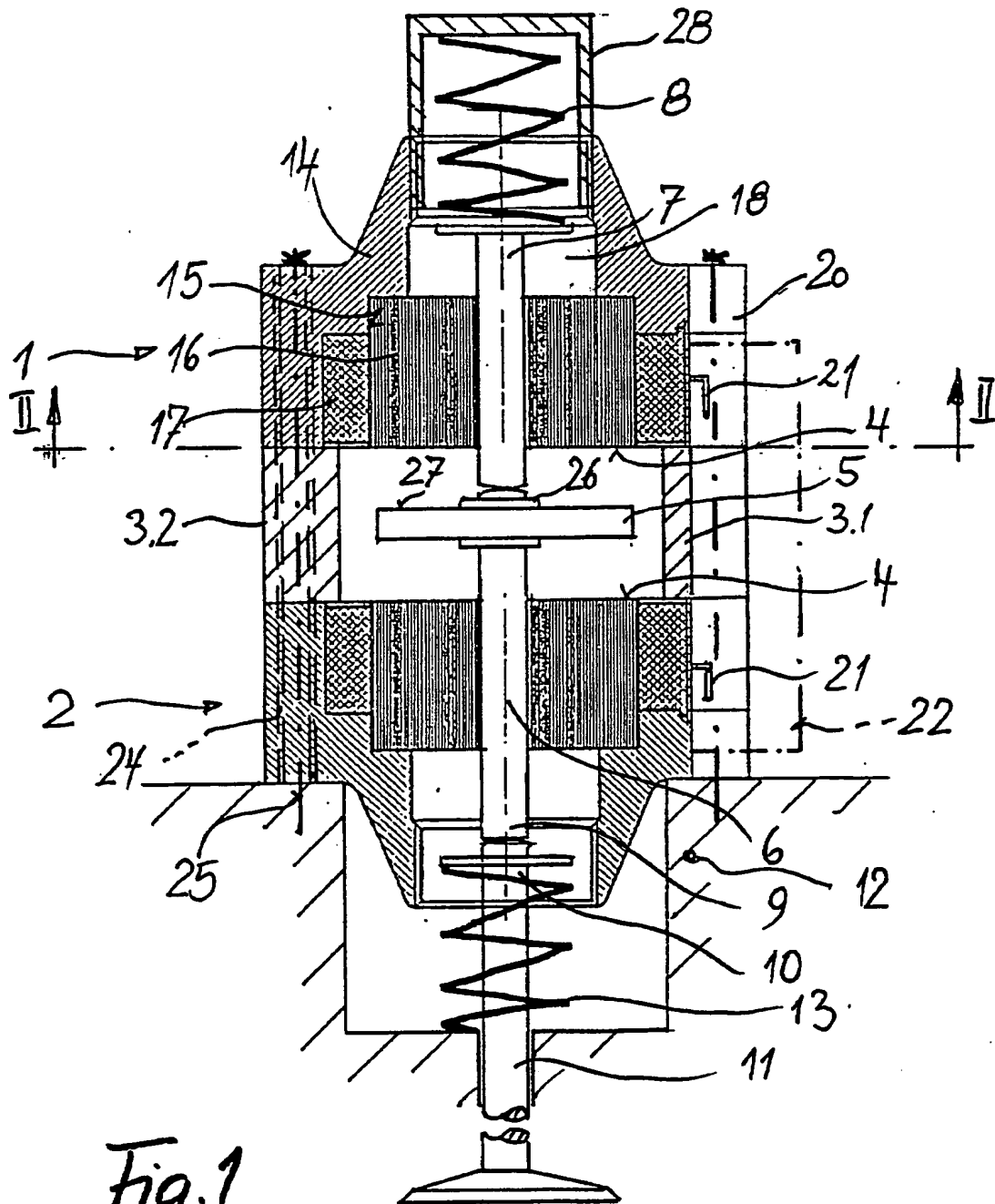


Fig. 1

